

AL

English Abstract for German Patent 3801547

Input-output device for data processing system - has several I-O units and data buffer for two - or more I-O units

Patent Assignee: HITACHI LTD (HITA)

Inventor: DOI T; KITAJIMA H; MOTOYAMA M; NISHIMURA T; OGATA M; YAMAMOTO A

Number of Countries: 001 Number of Patents: 001

Patent Family:

Patent No	Kind	Date	Applicat No	Kind	Date	Week
DE 3801547	A	19880728	DE 3801547	A	19880120	198831 B

Abstract (Basic): DE 3801547 A

The data input/output device has several control units and a storage device. Each control unit has a first transmission circuit that forms a connection with the CPU system and the buffer memory for data transfer.

A second transfer circuit connects buffer and I/O unit for data transfer. A first data line is connected to a first transmission circuit belonging to a further control unit and connects this latter unit to the buffer for data exchange. Similarly, a second data line is provided.



DEUTSCHES
PATENTAMT

21 Aktenzeichen: P 38 01 547.1
22 Anmeldetag: 20. 1. 88
43 Offenlegungstag: 28. 7. 88

Behörden Eigentum

DE 3801547 A1

30 Unionspriorität: 32 33 31
20.01.87 JP P 62-10192

71 Anmelder:
Hitachi, Ltd., Tokio/Tokyo, JP

74 Vertreter:
Beetz sen., R., Dipl.-Ing.; Beetz jun., R., Dipl.-Ing.
Dr.-Ing.; Timpe, W., Dr.-Ing.; Siegfried, J., Dipl.-Ing.;
Schmitt-Fumian, W., Prof. Dipl.-Chem. Dr.rer.nat.;
Mayr, C., Dipl.-Phys.Dr.rer.nat., Pat.-Anwälte, 8000
München

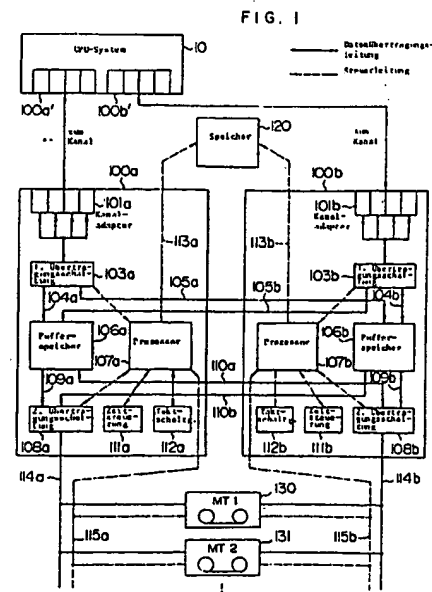
72 Erfinder:

Motoyama, Miho, Kodaira, JP; Yamamoto, Akira;
Kitajima, Hiroyuki, Yokohama, JP; Ogata, Mikito,
Odawara, JP; Nishimura, Toshifumi,
Minami-ashigara, JP; Doi, Takashi, Hadano, JP

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

54 Daten-Ein/Ausgabevorrichtung

Die Erfindung betrifft eine Datenein- und -ausgabevorrichtung mit mehreren E/A-Einheiten (MT), mindestens einem Daten-E/A-Pufferspeicher (106a, 106b), dem mindestens zwei der E/A-Einheiten zugewiesen sind, mehreren Steuereinheiten (100A, 100B), die zwischen den E/A-Einheiten und einem CPU-System (10) angeordnet und mit dem Pufferspeicher verbunden sind und einer Speichereinrichtung (120), die mit den Steuereinheiten verbunden ist und von diesen zur Steuerung der E/A-Einheiten nötige Information speichert. Wenn eine erste Steuereinheit (z. B. 100A) eine E/A-Anforderung für eine erste E/A-Einheit von einem CPU-System (10) empfängt, erfolgt der Datenaustausch zwischen der ersten E/A-Einheit (z. B. MT1) und dem CPU-System (10) unter Verwendung des der ersten E/A-Einheit zugewiesenen Pufferspeichers (106a). Falls während eines solchen Datenaustausches eine zweite Steuereinheit (z. B. 100b) von dem CPU-System (10) eine E/A-Anforderung für eine denselben Puffer teilende E/A-Einheit empfängt, verwendet die zweite Steuereinheit (z. B. 100b) nicht ihren eigenen Pufferspeicher (z. B. 106b), sondern aktiviert ihre Datenübertragungsschaltung für einen Datentransfer zur ersten Steuereinheit (z. B. 100a) und führt dadurch einen neuerlichen Datenaustausch zwischen dem CPU-System (10) und der gekennzeichneten E/A-Einheit durch gemeinsame Verwendung desselben Pufferspeichers durch. Der Datenaustausch zwischen dem CPU-System und den E/A-Einheiten wird unter gemeinsamer...



DE 3801547 A1

Patentansprüche

1. Daten-Ein/Ausgabevorrichtung mit mehreren E/A-Einheiten (MT), mindestens einem Daten-E/A-Pufferspeicher (106A, 106B), dem mindestens zwei der E/A-Einheiten zugeteilt sind, mehreren Steuereinheiten (100A, 100B), die zwischen den E/A-Einheiten (MT) und einem CPU-System (10) angeordnet und mit dem Pufferspeicher verbunden sind, und einer Speichereinrichtung (120), die mit den Steuereinheiten verbunden ist und Information, die die Steuereinheiten zur Steuerung der E/A-Einheiten benötigen, speichert, dadurch gekennzeichnet, daß jede Steuereinheit aufweist: eine erste Übertragungsschaltung (103a), die eine gegenseitige Verbindung mit dem CPU-System und dem Pufferspeicher (106a) für einen gegenseitigen Datentransfer herstellt, eine zweite Transferschaltung (103b), die eine gegenseitige Verbindung für einen Datenaustausch zwischen dem Pufferspeicher (106a) und der E/A-Einheit (MT) herstellt, eine erste Datenleitung (105b), die mit einer ersten Übertragungsschaltung (103b) einer weiteren Steuereinheit (100b) verbunden ist und diese weitere Steuereinheit (100b) mit dem Pufferspeicher (106a) zum gegenseitigen Datenaustausch verbindet, und eine zweite Datenleitung (110a), die mit der zweiten Übertragungsschaltung der weiteren Steuereinheit (106b) verbunden ist und (100b) mit dem Pufferspeicher (106a) für einen gegenseitigen Datenaustausch verbindet, wodurch jede Steuereinheit einen Datenaustausch mit dem Pufferspeicher über die andere Steuereinheit ausführen kann.
2. Daten-Ein/Ausgabevorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Daten-E/A-Pufferspeicher in jeder Steuereinheit vorgesehen ist.
3. Daten-Ein/Ausgabevorrichtung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß jede der Steuereinheiten einen Prozessor (107a, 107b) aufweist, der die erste und die zweite Datenübertragungsschaltung und den eigenen Pufferspeicher steuert.
4. Daten-Ein/Ausgabevorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß eine weitere Steuereinheit während eine der Steuereinheiten eine E/A-Anforderung von dem CPU-System für eine gekennzeichnete E/A-Einheit empfängt und zwischen dem Pufferspeicher und dem CPU-System ein Datenaustausch durchgeführt wird, eine E/A-Anforderung für eine andere E/A-Einheit empfangen kann, die diesem Pufferspeicher unter diesem Datenaustauschvorgang zugeordnet ist und diesen Pufferspeicher über die erste Datenleitung benützt.
5. Daten-Ein/Ausgabevorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß eine weitere Steuereinheit, während eine der Steuereinheiten einen Datenaustausch zwischen einer E/A-Einheit und dem Pufferspeicher durchführt, einen Datenaustausch von einer anderen E/A-Einheit, die die-

sem Pufferspeicher unter diesem Datenaustauschvorgang zugeteilt ist, indem dieser Pufferspeicher gemeinsam über die zweite Datenleitung benutzt wird.

6. Daten-Ein/Ausgabevorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Speichereinrichtung (120) eine Ablaufsteuerschleife enthält, die die Ausführungsreihenfolge für die Steuereinheiten steuert.

Beschreibung

Die Erfindung betrifft eine Daten-Ein/Ausgabevorrichtung, die mehrere Ein/Ausgabe-Einheiten und Steuereinheiten und mindestens einen Pufferspeicher aufweist und bei der jede Steuereinheit sämtliche Ein/Ausgabe-Einheiten steuern kann.

Um die Effizienz des Datenaustauschvorgangs zu verbessern, wurden im Stand der Technik verschiedene Ein- und Ausgabevorrichtungen vorgeschlagen.

Bei einer aus mehreren Ein/Ausgabe-Einheiten (weiterhin E/A-Einheiten) und mehreren Steuereinheiten, die jeweils einen inneren Pufferspeicher aufweisen, aufgebauten Ein- und Ausgabevorrichtung (weiterhin E/A-Vorrichtung) kann jede Steuereinheit nur zu ihrem eigenen Pufferspeicher zugreifen. Obwohl alle E/A-Einheiten physikalisch mit allen Steuereinheiten verbunden sind, wird die jeweilige E/A-Einheit durch eine eigene Steuereinheit während ihres Betriebs gesteuert. Deshalb kann es vorkommen, daß sich Zugriffe von einem CPU-System auf eine bestimmte E/A-Einheit, die von einer eigenen Steuereinheit gesteuert wird, konzentrieren, oder daß diese eigene Steuereinheit zu einem Systemengpaß wird und die Leistungsfähigkeit der gesamten Ein- und Ausgabevorrichtung verschlechtert.

Beispielsweise ist im Stand der Technik aus der JP-A-571 57 368 ein Verfahren bekannt, das eine Einheit vorsieht, die die Belastung jeder Steuereinheit prüft, um eine die Last ausgleichende Steuerung zur Lastverteilung der Steuereinheiten zu bewirken. Dabei wird die Belastung jeder Steuereinheit in regelmäßigen Zeitabständen geprüft, um eine einen Engpaß darstellende Steuereinheit herauszufinden. Geeignete E/A-Einheiten werden von den durch eine solche Engpaßsteuereinheit gesteuerten E/A-Einheiten ausgewählt, um eine Beteiligung zur Steuerung dieser gewählten E/A-Einheiten durch eine andere Steuereinheit zu übertragen.

Bei einer Steuereinheit mit einem inneren Pufferspeicher und mehreren E/A-Einheiten aufweisenden E/A-Vorrichtung ist bereits in der JP-A-61-1 53 724 ein Verfahren vorgeschlagen worden, das eine effiziente Nutzung der Datenübertragungsleitungen durch eine Vorlade/Nachschreiboperation bei minimierter Pufferspeicherkapazität bewirkt.

Bei diesem Verfahren werden E/A-Einheiten benutzt, die vor einem Datenaustauschprozeß für eine bestimmte Zeitdauer Off-line von einer Steuereinheit eine Vorverarbeitung ausführen müssen. Bei der Steuerung des Ablaufs einer Vorlade/Nachschreiboperation für eine Vielzahl von Blöcken werden jeweils zu einem bestimmten Steuerzeitpunkt eine Vorlade/Nachschreibdatenmenge und eine Datenübertragungsstartzeit entschieden. Der nächste Steuerzeitpunkt wird so festgesetzt, daß er um die Vorverarbeitungszeitdauer vor dem Zeitpunkt liegt, an dem der Vorlade/Nachschreibdatenübertragungsprozeß, dessen Ablauf zum momentanen Steuerzeitpunkt vorgesehen ist, endet. Beim nächsten Steuerzeitpunkt wird aufgrund der Lastsituation jeder E/A-

Einheit entschieden, ob der laufende Vorlade/Nachschreibprozeß fortgesetzt oder beendet wird.

Bei den genannten herkömmlichen Verfahren ergeben sich jedoch folgende Schwierigkeiten. Solche E/A-Vorrichtungen, die mehrere E/A-Einheiten und mehrere Steuereinheiten mit jeweils einem inneren Pufferspeicher aufweisen, können Lastfluktuationen während des Lastausgleichsteuerprozesses nicht folgen.

Auch im Falle des oben angeführten Ablaufsteuerverfahrens für eine E/A-Vorrichtung ist keine Lösung für eine aus mehreren Steuereinheiten und E/A-Einheiten bestehende E/A-Vorrichtung offenbart.

Die vorliegende Erfindung möchte die angeführten Schwierigkeiten des Standes der Technik vermeiden. Die der vorliegenden Erfindung zugrundeliegende Aufgabe besteht darin, eine mehrere E/A-Einheiten und mehrere Steuereinheiten mit einem inneren Puffer aufweisende Datenein- und -ausgabevorrichtung zu ermöglichen, bei der die Last jeder Steuereinheit automatisch ausgeglichen, ein maximaler Systemdurchsatz erzielt und die Datenübertragungsleitungen zwischen Pufferspeichern und E/A-Einheiten effektiv ausgenutzt werden.

Die Aufgabe wird anspruchsgemäß gelöst.

Zur Lösung der oben genannten Aufgabe ist also eine Datenein- und -ausgabevorrichtung mit mehreren E/A-Einheiten, mindestens einem Daten-E/A-Pufferspeicher, dem mindestens zwei der E/A-Einheiten zugeteilt sind, mehreren Steuereinheiten, die zwischen den E/A-Einheiten und einem CPU-System angeordnet und mit dem Pufferspeicher verbunden sind, und einer Speichereinrichtung, die mit den Steuereinheiten verbunden ist und Information, die die Steuereinheiten zur Steuerung der E/A-Einheiten benötigen, speichert, erfindungsgemäß dadurch gekennzeichnet, daß jede Steuereinheit aufweist:

eine erste Übertragungsschaltung, die eine gegenseitige Verbindung mit dem CPU-System und dem Pufferspeicher für einen gegenseitigen Datentransfer herstellt, eine zweite Transferschaltung, die eine gegenseitige Verbindung für einen Datenaustausch zwischen dem Pufferspeicher und der E/A-Einheit herstellt, eine erste Datenleitung, die mit einer ersten Übertragungsschaltung einer weiteren Steuereinheit verbunden ist und diese weitere Steuereinheit mit dem Pufferspeicher zum gegenseitigen Datenaustausch verbindet, und eine zweite Datenleitung, die mit der zweiten Übertragungsschaltung der weiteren Steuereinheit verbunden ist und die andere Steuereinheit mit dem Pufferspeicher für einen gegenseitigen Datenaustausch verbindet, wodurch jede Steuereinheit einen Datenaustausch mit dem Pufferspeicher über die andere Steuereinheit ausführen kann.

Bei einer so ausgeführten Datenein- und -ausgabevorrichtung kann, wenn eine Steuereinheit von einer E/A-Einheit von dem CPU-System eine E/A-Anforderung empfängt, auch wenn Datentransfer zwischen einem der E/A-Einheit zugeordneten Pufferspeicher und dem CPU-System von einer anderen Steuereinheit durchgeführt wird, die zuerst genannte Steuereinheit den Datentransfer zwischen dem Pufferspeicher und dem CPU-System durchführen. Außerdem kann während eine Steuereinheit einen Datentransfervorgang (Vorlade/Nachschreibprozeß) zwischen einem Pufferspeicher und einer E/A-Einheit durchführt, eine weitere Steuereinheit einen Datentransferprozeß (Vorlade/Nachschreibprozeß) zwischen diesem Pufferspeicher und einer anderen E/A-Einheit durchführen.

Im Gegensatz dazu kann bei der herkömmlichen

Technik, während eine Steuereinheit einen Datentransfer zwischen einem Pufferspeicher und einem CPU-System ausführt, eine andere Steuereinheit, falls diese eine E/A-Anforderung für eine diesem Puffer vom CPU-System zugeteilten E/A-Einheit empfängt, ihre Datenübertragung so lange nicht ausführen, bis der Datentransfer durch die erstgenannte Steuereinheit ausgeführt ist.

Vorteilhafterweise ermöglicht die vorliegende Erfindung, daß auch während einer solchen Situation die andere Steuereinheit den Datentransfer durchführen kann. Deshalb kann es nicht vorkommen, daß die andere Steuereinheit den Datentransfer, weil der Pufferspeicher gemeinsam von den Steuereinheiten benutzt wird, nicht durchführen kann.

Im Ergebnis braucht die Belastung jedes Pufferspeichers nicht durch Verändern der Kombination der E/A-Einheiten mit den jeweiligen Pufferspeichern, wie in der herkömmlichen Technik, ausgeglichen werden.

Üblicherweise führt jede Steuereinheit einen Vorlade/Nachschreibprozeß nur für die E/A-Einheiten aus, die den Pufferspeicher der Steuereinheit gemeinsam verwenden. Deshalb kann eine Vorlade/Nachschreibablaufsteuerung unabhängig für jede Steuereinheit ausgeführt werden. Bei der erfindungsgemäßen Datenein- und -ausgabevorrichtung muß jedoch auch eine Steuereinheit einen Vorlade/Nachschreibprozeß für die E/A-Einheit ausführen, die einen Pufferspeicher einer anderen Steuereinheit benutzt.

Deshalb muß bei der erfindungsgemäßen Datenein- und -ausgabevorrichtung für die Durchführung einer Vorlade/Nachschreibablaufsteuerung nötige Information in einem den Steuereinheiten gemeinsamen Speicherbereich gespeichert werden, und der Ablaufsteuerprozeß für das Vorladen/Nachschreiben muß unter Berücksichtigung des Gesamtsystems durchgeführt werden.

Vorteilhafterweise kann ein Datentransfer erfindungsgemäß über Datenübertragungsleitungen durchgeführt werden, die die Datenübertragungsschaltungen einer Steuereinheit mit dem Pufferspeicher einer anderen Steuereinheit verbinden, wobei die Übertragungsschaltungen zwischen dem Pufferspeicher und einem CPU-System und zwischen dem Pufferspeicher und einer E/A-Einheit eingefügt sind. Deshalb wird der Datentransfer, falls das CPU-System einer Steuereinheit eine Datenübertragungsanforderung für eine E/A-Einheit, die den Pufferspeicher einer anderen Steuereinheit benutzt, unter Verwendung der oben genannten Datenübertragungsleitung durchgeführt. Folglich kann die Belastung jeder Steuereinheit automatisch ausgeglichen werden. Die Ablaufsteuerung wird von allen Steuereinheiten in Übereinstimmung mit einer Ablaufsteuerwarteschlange durchgeführt. Eine Steuereinheit steuert den Vorlade/Nachschreibprozeß für eine E/A-Einheit zu einem bestimmten Steuerzeitpunkt. Falls zum nächsten Steuerzeitpunkt eine Umschaltbedingung erfüllt ist, wird die Ablaufsteuerung einer anderen E/A-Einheit durchgeführt. Falls dies nicht der Fall ist, wird der Vorlade/Nachschreibvorgang der erstgenannten E/A-Einheit fortgesetzt.

Die Umschaltbedingung ist in folgender Weise definiert: Mit der Annahme, daß die Anzahl der Steuereinheiten n ist, ist der n te Teil der Summe der Leerlaufzeiten des Datentransfers zwischen den Pufferspeichern aller Steuereinheiten und den Kanälen und aus der Datenübertragungszeit für eine E/A-Einheit zwischen zwei Steuerzeitpunkten länger als die Summe aus Startverar-

beitungszeitdauer und Neupositionierungszeitdauer für die E/A-Einheit.

Die Erfindung wird im folgenden anhand von Ausführungsbeispielen unter Bezugnahme auf die Zeichnung näher beschrieben. Es zeigen:

Fig. 1 ein Blockschaltbild des Aufbaus einer Ausführungsart einer erfindungsgemäßen Datenein- und -ausgabevorrichtung;

Fig. 2a und 2b jeweils eine Verwaltungstabelle einer Steuereinheit und eine E/A-Einheiten-Verwaltungstabelle gemäß der Erfindung;

Fig. 3 ein Flußdiagramm der gesamten Operation der in Fig. 1 dargestellten Datenein- und -ausgabevorrichtung; und die

Fig. 4 bis 8 Flußdiagramme der Hauptteile des in Fig. 3 dargestellten Flußdiagramms.

In Fig. 1 ist ein Blockschaltbild des Aufbaus einer erfindungsgemäßen Ausführungsart einer Ein- und Ausgabevorrichtung (weiterhin E/A-Vorrichtung) dargestellt.

Die so ausgeführte E/A-Vorrichtung weist zwei Steuereinheiten 100a und 100b, einen Speicher 120, der Steuerinformation, die von den Steuereinheiten 100a und 100b verwendet wird, speichert und mehrere Magnetbandkassetteneinheiten (abgekürzt MT) 130 und 131 auf. Zur Vereinfachung der Beschreibung wird angenommen, daß diese Ausführung zwei MTs enthält. Genauso werden zwei Steuereinheiten 100a und 100b zur Vereinfachung der Beschreibung verwendet. Die Steuereinheiten 100a und 100b weisen jeweils mit Kanälen 100a' und 100b' eines CPU-Systems 10 verbundene Kanaladapter 101a und 101b, erste Übertragungsschaltungen 103a und 103b auf der Kanalseite, zweite Übertragungsschaltungen 108a und 108b auf der Magnetbandeinheitseite, Pufferspeicher 106a und 106b, Prozessoren 107a und 107b, Taktschaltungen 112a und 112b und Zeitsteuerungen 111a und 111b auf. Die Verbindung innerhalb und zwischen den Steuereinheiten 100a und 100b wird durch Datenübertragungsleitungen 104a und 104b, 105a und 105b, 109a und 109b, 110a und 110b und 114a und 114b sowie Steuerleitungen 113a und 113b und 115a und 115b hergestellt.

Beide Kassetten-MTs 130 und 131 haben keine für einen schnellen Start und Stop notwendige Vakuumsäule wie in herkömmlichen Magnetbandeinheiten, so daß sie klein und leicht ausgeführt sind. Jedoch dauert die für einen Startprozeß nötige Zeit länger als bei herkömmlichen MTs, bei denen sie in der Größenordnung von einigen ms liegt, so daß der Startprozeß für die MTs 130 und 131 Off-line von den Steuereinheiten 100a und 100b ausgeführt wird. Nach diesem Verfahren ist eine ununterbrochene Datenübertragung von und zu den zwei MTs 130 und 131 und die Durchführung eines Startvorgangs für eine MT (z.B. 131) im Off-line-Zustand während des Datentransfers der anderen MT (z.B. 130) möglich.

Außerdem dauert ein sogenannter Neupositionierungsprozeß, wie er für das Anhalten des Magnetbands nach einem Datentransfer und zum Zurückspulen des weitergelaufenen Bandes für jede der MTs 130 und 131 nötig ist, einige Male länger als der Startprozeß. Deshalb ist im Falle kleiner Datenmenge pro Datentransfer mit hoher Wahrscheinlichkeit die Möglichkeit vorhanden, daß alle Magnetbandeinheiten MT 130 und 131 einen Startprozeß oder einen Neupositionierungsvorgang durchführen, wodurch sich die Systemleistung verschlechtert. Angesichts dieser Tatsache sind die beiden Steuereinheiten 100a und 100b jeweils mit den inneren

Pufferspeichern 106a und 106b versehen und wenden ein Vorlade/Nachschreibverfahren an, wodurch der Datentransfervorgang zwischen den Pufferspeichern 106a und beispielsweise MT 130 in Einheiten mehrerer Blöcke pro Startprozeß durchgeführt wird.

Für die zwei Steuereinheiten 100a und 100b sind acht Kanaladapter 101a und 101b vorhanden. Die Übertragungsschaltung 103a oder 103b kann nur eine Datenübertragung zur selben Zeit durchführen, so daß die gemäß der erfindungsgemäßen Ausführung gestaltete E/A-Vorrichtung nur zwei Anforderungen gleichzeitig empfangen kann.

Nachfolgend wird die Operation der Steuereinheiten 100a und 100b beschrieben. Da sie für beide Steuereinheiten dieselbe ist, dient die Steuereinheit 100a als Beispiel für die Beschreibung. Die erste kanalseitige Übertragungsschaltung 103a führt die Datenübertragung zwischen dem Kanal und dem Pufferspeicher 106a gemäß einem vom Prozessor 107a ausgegebenen Befehl durch. Da die Datenübertragung mittels eines DMA-Transfers erfolgt (Speicherdirektzugriff), ist der Prozessor 107a während der Ausführung des Datentransfers nicht betroffen.

Der Pufferspeicher 106a wird gemeinsam von mehreren MTs 130 und 131 benutzt und speichert zeitweilig Daten von dem CPU-System, d.h. vom Kanal oder Daten von den MTs 130 und 131.

Es muß jedoch hervorgehoben werden, daß die Beziehung zwischen dem Pufferspeicher 106a und den MTs 130 und 131 fest zugeordnet ist. Da bei dieser Ausführungsart der Pufferspeicher 106a von beiden MTs 130 und 131 benutzt wird, sind die der Steuereinheit 100b zugeteilten MTs in Fig. 1 nicht dargestellt. Eine solchermaßen feste Zuordnung wird zur Vereinfachung der Datenübertragungssteuerung für das Vorladen/Nachschreiben zwischen dem Pufferspeicher 106a und den MTs 130 oder 131 angewendet. Der Grund dafür liegt darin, daß die Datenübertragungssteuerung in Einheiten mehrerer Blöcke kompliziert würde, falls die Daten einer MT über mehrere Pufferspeicher verteilt wären. Deshalb ist die Zuordnung des Puffers 106a zu den MTs 130 und 131 festgelegt. Ein weiterer Grund besteht darin, den Einfluß eines möglichen Fehlers auf einen einzelnen Pufferspeicher zu begrenzen, so daß sich dieser nicht auf sämtliche MTs überträgt.

Genauso wie die erste kanalseitige Übertragungsschaltung 103a überträgt die zweite Übertragungsschaltung 108a auf der Seite der MTs Daten zwischen dem Pufferspeicher 106a und den MTs 130 oder 131 gemäß einem vom dem Prozessor 107a ausgegebenen Befehl.

Der Prozessor 107a verwaltet die Steuerung der Datenübertragung zwischen Kanal und Pufferspeicher 106a und zwischen Pufferspeicher 106a und den MTs 130 oder 131. Der Prozessor 107a führt auch aufgrund von Steuerinformation, die in dem von beiden Steuereinheiten 100a und 100b benutzten Speicher 120 gespeichert ist, eine Vorlade/Nachschreibablaufsteuerung aus.

Die Zeitsteuerung 111a wird während der Ablaufsteuerung benutzt und durch den Prozessor 107a gesetzt. Der Prozessor 107a wird durch die Taktschaltung 112a zeitlich gesteuert.

Bei der gemäß dieser Ausführungsart gestalteten E/A-Vorrichtung erfolgt die Datenübertragung zwischen Kanal und Pufferspeicher 106a in Blockeinheiten über den Kanaladapter 101a und die erste kanalseitige Übertragungsschaltung 103a.

Insbesondere prüft der Prozessor 107a auf der Grundlage des Inhalts des Speichers 120 auf den Emp-

fang einer Datenübertragungsanforderung vom Kanal einen von der MT 130a zu benutzenden Pufferspeicher (bei dieser Ausführung den Pufferspeicher 106a). Wenn es sich dabei um den Pufferspeicher 106a derselben Steuereinheit 100a handelt, weist der Prozessor 107a die erste kanalseitige Übertragungsschaltung 103a an, die Datenübertragung über die Datenübertragungsleitung 104a durchzuführen. Die erste Übertragungsschaltung 103a führt die Datenübertragung gemäß einem von dem Prozessor 107a ausgegebenen Befehl aus. Da die Datenübertragung mittels Speicherdirektzugriffs (DMA) durchgeführt wird, gibt der Prozessor 107a nur diesen einen Befehl aus und ist von der tatsächlichen Durchführung der Datenübertragung nicht betroffen. In manchen Fällen wird zum Pufferspeicher 106a gleichzeitig über zwei Datenübertragungsleitungen 104a und 105b zugegriffen.

Bei der erfindungsgemäß ausgeführten E/A-Vorrichtung erfolgt für die Datenübertragung zwischen dem Puffer 106a und den MTs 130 oder 131 ein Vorlade/Nachschreibprozeß, der über die zweite Übertragungsschaltung 108a auf der Seite der MTs 130 und 131 und über die Datenübertragungsleitung 114a durchgeführt wird.

In solch einem Falle gibt der Prozessor 107a einen Übertragungsbefehl für jeden Block an die zweite Übertragungsschaltung 108a. Der Prozessor 107a gibt nur den Übertragungsbefehl aus und ist von dem tatsächlichen Datentransfer nicht betroffen.

Der Prozessor 107a führt die Ablaufsteuerung für den Vorlade/Nachschreibprozeß für die MTs 130 und 131 in Übereinstimmung mit der im Speicher 120 gespeicherten Information aus. Wenn die im Sinne der Ablaufsteuerung anzusteuernde MT 130 die andere Steuereinheit 100b benutzt, wird ein Vorlade/Nachschreibprozeß mittels der Datenübertragungsleitung 110b durchgeführt. Somit wird zum Pufferspeicher 106a in manchen Fällen gleichzeitig durch zwei Datenübertragungsleitungen 109a und 110b zugegriffen.

Unter Verwendung der Datenübertragungsleitungen 105a und 105b sowie 110a und 110b kann jeder Prozessor 107a bzw. 107b zum anderen Pufferspeicher 106b bzw. 106a zugreifen. Deshalb ist auch beim Zugriff vom CPU-System 10 zu einer bestimmten E/A-Einheitengruppe keine einzelne Übertragungsschaltung vorhanden, die zum Engpaß des Systems werden könnte.

Beispielsweise wird angenommen, daß die Datenübertragung zwischen dem Pufferspeicher 105a der Steuereinheit 100a und dem Kanal über die erste kanalseitige Übertragungsschaltung 103a der Steuereinheit 100a und die Datenübertragungsleitung 104a erfolgt. Falls eine Datenübertragungsanforderung für MT 130, die den Pufferspeicher 106a der Steuereinheit 100a verwendet, zum Prozessor 107a der anderen Steuereinheit 100b gesendet wird, führt der Prozessor 107b die Datenübertragung zum und vom Pufferspeicher 106a über die erste Übertragungsschaltung 103b der Steuereinheit 100b und die Datenübertragungsleitung 105b durch.

In diesem Fall könnte der Prozessor 107b, falls die Datenübertragungsleitung 105 nicht zur Verfügung steht, eine Datenübertragungsanforderung vom CPU-System nicht annehmen. Somit muß die Anforderung warten bis der vorangehende Datentransfer beendet ist, auch wenn die erste Übertragungsschaltung 103b der Steuereinheit 100b im Leerlauf ist. Dies ist bei der Datenübertragungsleitung 110b dasselbe.

Mit dem oben beschriebenen Aufbau der erfindungsgemäßen E/A-Vorrichtung wird die Last automatisch

zwischen den Übertragungsschaltungen der Steuereinheiten 100a und 100b ausgeglichen, d.h. zwischen der ersten und zweiten Übertragungsschaltung 103a und 108a der Steuereinheit 100a und der ersten und zweiten Übertragungsschaltung 103b und 108b der Steuereinheit 100b. Deshalb ist ein höchstmöglicher Durchsatz der erfindungsgemäß ausgeführten E/A-Vorrichtung sichergestellt.

In dem bei dem Ausführungsbeispiel der erfindungsgemäßen E/A-Vorrichtung durchgeführten Vorlade/Nachschreib-Ablaufsteuerverfahren hat jeder Prozessor 107a oder 107b die Berechtigung, alle MTs anzusteuern, und es ist deshalb nicht festgelegt, welcher Prozessor eine bestimmte MT steuern soll.

Jeder Prozessor 107a bzw. 107b führt die Ablaufsteuerung so aus, daß eine effiziente Datenübertragung über die zweite Datenübertragungsschaltung 108a bzw. 108b der eigenen Steuereinheit 100a bzw. 100b und die Datenübertragungsleitung 114a bzw. 114b erfolgt.

Genauer ist eine Ablaufsteuer-Warteschlange vorgesehen, durch die die anzusteuernde MT entschieden wird. Jeder Prozessor 107a oder 107b führt die Ablaufsteuerung beginnend vom Kopf der Warteschlange aus. Die der Ablaufsteuerung unterworfenen MT wird aus der Warteschlange herausgenommen und dem Ende der Warteschlange, nachdem der Vorlade/Nachschreibvorgang beendet ist, angefügt.

Gemäß dem Grundprinzip des Vorlade/Nachschreib-ablaufsteuerverfahrens wird die Vorlade/Nachschreibdatenmenge in Übereinstimmung mit der Menge der Daten, zu denen vom CPU-System in jeder MT zugegriffen wird, entschieden, wobei eine effiziente Ausnutzung der Datenübertragungsleitungen zwischen den Pufferspeichern und den MTs berücksichtigt wird.

Genauer wird gemäß der Ablaufsteuerschlange eine für den Vorlade/Nachschreibvorgang anzusteuernde MT bestimmt. In diesem Fall wird die Datenmenge für den Vorlade/Nachschreibvorgang im Prinzip auf die Differenz zwischen einer übertragenen Datenmenge 214 (gemäß Fig. 2b) und einer übertragenen Datenmenge 215 zum Steuerzeitpunkt (gemäß Fig. 2b) festgelegt. Die übertragene Datenmenge 214 ist die Menge der zwischen dem Kanal und dem Pufferspeicher 106a während der Zeitdauer vom letzten Steuerzeitpunkt des vorangehenden Vorlade/Nachschreibprozesses für die MT 130 beispielsweise bis zum laufenden Steuerzeitpunkt der MT 130 nach dem Umschalten auf die Ansteuerung der MT 131 übertragene Datenmenge. Die übertragene Datenmenge 215 gibt die Datenmenge an, die beim Steuerzeitpunkt der MT 130 übertragen wurde, d.h. zum Startverarbeitungszeitpunkt für die MT 130. Deshalb gibt die Differenz, falls sie Null ist, an, daß eine Datenübertragung für die MT 130 zwischen dem Kanal und dem Pufferspeicher 106a während der Zeitdauer vom vorangehenden Steuerzeitpunkt bis zum laufenden Steuerzeitpunkt der MT 130 nicht stattfand. Im Falle eine Leseanforderung für die MT 130 vorliegt, wird auch die Bedingung betrachtet, ob die Vorladedaten am vorangehenden Steuerzeitpunkt noch im Pufferspeicher 106 stehen und weitere Bedingungen. Der nächste Steuerzeitpunkt wird auf einen Zeitpunkt gesetzt, der um die Größe der Startverarbeitungszeitdauer vor dem Zeitpunkt der Beendigung des laufenden Vorlade/Nachschreibprozesses liegt.

Der nächste Steuerzeitpunkt ist nämlich ein durch Addition des gegenwärtig entschiedenen Vorlade/Nachschreibzeitpunktes zur gegenwärtigen Zeit erhaltener Zeitpunkt.

Abhängig davon, ob eine Umschaltebedingung erfüllt ist oder nicht, wird entschieden, ob das Vorladen/Nachschreiben für die MT 130 fortgesetzt wird oder beim nächsten Steuerzeitpunkt zur MT 131 wechselt.

Die Umschaltebedingung für die zwei Steuereinheiten 100a und 100b aufweisende E/A-Vorrichtung läßt sich durch die folgende Beziehung (1) ausdrücken:

$$2(t-t_i) - V_i/v_{MT} \geq 2(S + R),$$

worin t die gegenwärtige Zeit, t_i einen Zeitpunkt, zu dem für eine gegenwärtig für den Vorlade/Nachschreibvorgang angesteuerte MT (MT_i) eine vorangehende Umschaltebedingung erfüllt ist, V_i eine von der Zeit t_i bis zur Zeit t übertragene Datenmenge, v_{MT} für eine MT gültige Datenübertragungsrate, S eine Startverarbeitungszeit und R eine Neupositionierungszeit darstellen. t_i läßt sich aus einer Zeit 218 ableiten, sobald eine Umschaltebedingung erfüllt ist, und V_i ergibt sich aus der übertragenen Datenmenge 214.

Bei erfüllter Umschaltebedingung wird nicht die gegenwärtig angesteuerte MT 130, sondern die andere MT 131 als nächstes für den Vorlade/Nachschreibvorgang angesteuert. Die Beziehung (1) stellt sicher, daß nach dem Vorladen/Nachschreiben für eine bestimmte MT_i und mindestens während dem Neupositionierungsvorgang und dem Startprozeß für den nächsten Datentransfer die Datenübertragungsleitung 114 effizient für die Datenübertragung zur und von der MT 131 benutzt wird.

Die Fig. 2a und 2b stellen jeweils eine Ausführungsart einer Steuerverwaltungstabelle und einer MT-Verwaltungstabelle gemäß der Erfindung dar.

Um eine Vorlade/Nachschreib-Ablaufsteuerung gemäß dem beschriebenen Grundprinzip durchzuführen, muß die notwendige Information in der Steuerverwaltungstabelle 200 und der MT-Verwaltungstabelle 210 im Speicher 120 gemäß den Fig. 2a und 2b gespeichert werden.

Die Steuerverwaltungstabelle 200 ist aus einem Ablaufsteuerschlängenkopffzeiger 201, der auf einen MT-Kopfindex der von den beiden Prozessoren 107 gemeinsam verwendeten Steuerschlange zeigt, einem Steuerschlängenendzeiger 202, der auf einen MT-Endindex der Steuerschlange zeigt, einer Datenmenge 203 sämtlicher übertragener Daten, die sich durch Aufsummieren der übertragenen Datenmenge zwischen Kanal und dem Pufferspeicher 106 für alle MTs ergibt und aus einem Vorlade/Nachschreibkennzeichen 204 aufgebaut.

Die Datenmenge 203 für sämtliche übertragenen Daten wird durch Aufsummieren der übertragenen Blocklängen jedesmal, wenn der Prozessor 107 eine Datenübertragung zwischen dem Kanal und dem Pufferspeicher befiehlt und eine Übertragungsendequittung empfängt, gebildet.

Das Vorlade/Nachschreibkennzeichen 204 ist für jeden Prozessor vorgesehen und ausgeschaltet, falls zu einem Steuerzeitpunkt keine MT anzusteuern ist.

Die MT-Verwaltungstabelle 210 in Fig. 2b ist für jede MT vorgesehen und besteht aus einem MT-Index (MT ID) 211, einem Steuereinheitindex (Steuereinheit ID) 212, einer Zustandsinformation 213, der Menge 214 der übertragenen Daten, der Menge 215 der beim Steuerzeitpunkt übertragenen Daten, einer Vorlade/Nachschreibdatenmenge 216, einer Datenmenge 217 sämtlicher übertragener Daten, wenn eine Umschaltebedingung erfüllt ist, einer Zeit 218, wenn eine Umschaltebedingung erfüllt ist, einem Umschaltekennzeichen 219, ei-

nem Steuerschlängenvorwärtszeiger 220, einem Steuerschlängenrückwärtszeiger 221, einer Datenmenge 222 im Puffer und einem Wartekennzeichen 223.

Der MT ID 211 gibt an, zu welcher MT der beiden MTs 130 und 131 die MT-Verwaltungstabelle 210 gehört. Der Steuereinheit ID 212 gibt an, welcher Pufferspeicher der Steuereinheiten 100a und 100b von der jeweiligen MT benutzt wird.

Die Zustandsinformation 213 gibt an, ob die der Verwaltungstabelle 210 zugehörige MT in dem Startprozeß, in der Datenübertragung, im Neupositionierungsvorgang oder im Zustand eines möglichen Startvorgangs ist. Letzterer Zustand bedeutet, daß die jeweilige MT auf einen Startbefehl oder dergleichen vom Prozessor eine solche Operation unmittelbar starten kann.

Die Menge 214 der übertragenen Daten ist die aufsummierte Menge der für diese MT zwischen dem Kanal und dem Pufferspeicher 106 übertragenen Daten. Dieser Datenmengenwert wird gelöscht, sobald eine Umschaltebedingung erfüllt ist, die beim nächsten Steuerzeitpunkt entscheidet, ob das Vorladen/Nachschreiben für diese MT fortzusetzen ist oder nicht. Entsprechend gibt die Datenmenge 214 die für die MT zwischen dem Kanal und dem Pufferspeicher 106 übertragene Datenmenge, nachdem die vorangehende Umschaltebedingung erfüllt war, an.

Die Menge 215 der beim Steuerzeitpunkt übertragenen Daten ist in einem Bereich gespeichert, in den die Datenmenge 214 gerettet wird, wenn die MT 130 angesteuert wird.

Zum Retten wird eine Differenz zwischen der Datenmenge 214 und der Datenmenge 215 beim Steuerzeitpunkt prinzipiell auf die Vorlade/Nachschreibdatenmenge 216 gesetzt. Weil jedoch vom Wert der Vorlade/Nachschreibdatenmenge, immer wenn ein Datentransfer für einen Block zwischen dem Puffer 106a und dem jeweiligen MT ausgeführt wurde, die übertragene Datenmenge abgezogen wird, wird die verbleibende Vorlade/Nachschreibdatenmenge als Vorlade/Nachschreibmenge 216 gesetzt. Die Datenmenge 203 aller übertragener Daten wird in den Informationsbereich 217 für die Menge sämtlicher übertragener Daten gerettet, sobald eine Umschaltebedingung erfüllt ist. Das Retten wird zur Zeit 218 ausgeführt, welche von der T_a schaltung 112a abgeleitet ist.

Das Umschaltekennzeichen 219 wird bei Vorliegen einer Umschaltebedingung in den Ein-Zustand versetzt und beim nächsten Steuerzeitpunkt in den Aus-Zustand versetzt.

Wenn eine Umschaltebedingung erfüllt ist, werden die Informationsbereiche 214 und 215 beim Steuerzeitpunkt gelöscht.

Der Steuerschlängen-Vorwärtszeiger 220 zeigt auf den Index MT ID 211 einer vor der durch die Steuerschlange angegebenen MT anzusteuern MT. In ähnlicher Weise zeigt der Steuerschlängen-Rückwärtszeiger 221 auf den Index 211 einer nach der laufenden MT anzusteuern MT.

Die Datenmenge 222 ist die im Pufferspeicher 106a für die MT gespeicherte Datenmenge. Das Wartekennzeichen 223 wird in den Ein-Zustand gesetzt, falls eine vom Kanal kommende Datenübertragungsanforderung eine Leseanforderung ist und falls keine Daten entsprechend der Leseanforderung vorhanden sind. Das Wartekennzeichen 223 wird in den Ein-Zustand versetzt, falls die Anforderung eine Schreibanforderung und der Puffer 106 voll ist.

Die Fig. 3 bis 8 stellen Flußdiagramme dar, die die

erfindungsgemäße Operation des Prozessors veranschaulichen. Wie sich aus den Fig. 1 bis 3 ergibt, beginnt der Prozessor 107a der E/A-Vorrichtung gemäß dieser Ausführung auf den Empfang einer Datenübertragungsanforderung vom Kanal (Schritt 301), einer Datenübertragungs-
 5 sende-Endenachricht von der ersten Übertragungsschaltung 103a (Schritt 303), einer Datenübertragungs-Endenachricht von der zweiten Übertragungsschaltung 108a (Schritt 305), einer Endenachricht von einer MT (Schritt 307), einer Unterbrechung von der Zeitsteuerung 111 (Schritt 309) und eines Aus-Zustands des Vorlade/Nachschreibkennzeichens 204 (Schritt 311) zu arbeiten.

Zunächst wird auf den Empfang einer Datenübertragungsanforderung vom Kanal (Schritt 301) ein Pufferspeicher ausgewählt (Schritt 406) und geprüft, ob eine Leseanforderung vorliegt oder nicht (Schritt 401 gemäß Fig. 4).

Falls eine Leseanforderung vorliegt (Schritt 401) wird außerdem geprüft, ob die Datenmenge 222 im Puffer Null ist (Schritt 402).

Falls sie Null ist (Schritt 402), wird das Wartekennzeichen 223 in den Ein-Zustand gesetzt.

Falls die Datenmenge 222 nicht Null ist (Schritt 402), wird ein Datenübertragungsbefehl an die erste Übertragungsschaltung 103a abgegeben (Schritt 405).

Falls die Datenübertragungsanforderung eine Schreibanforderung ist (Schritt 401), wird außerdem geprüft, ob der Puffer 106a voll ist (Schritt 403).

Wenn der Pufferspeicher 106a voll ist (Schritt 403), wird das Wartekennzeichen 223 in den Ein-Zustand gesetzt (Schritt 404). Falls der Pufferspeicher 106a nicht voll ist (Schritt 403), wird ein Datenübertragungsbefehl an die erste Übertragungsschaltung 103 abgegeben.

Wie Fig. 3 zeigt, wird, falls keine Datenübertragungsanforderung vom Kanal vorliegt (Schritt 301) als nächstes geprüft, ob eine Datenübertragungs-Endenachricht von der ersten Übertragungsschaltung 103 empfangen wurde (Schritt 303).

Falls dies der Fall ist, werden die Informationen 214 und 222 jeweils für die übertragene Datenmenge und die Datenmenge im Pufferspeicher in der MT-Verwaltungstabelle 210 und die Datenmenge 203 aller übertragenen Daten der Steuerverwaltungstabelle 200 aufgefrischt (Schritt 304).

Falls die Prüfung in Schritt 303 ergibt, daß keine Datenübertragungs-Endenachricht empfangen wurde, wird zunächst geprüft, ob eine Datenübertragungs-Endenachricht von der zweiten Übertragungsschaltung 108a empfangen wurde (Schritt 305).

Nach Empfang der Datenübertragungs-Endenachricht von der zweiten Übertragungsschaltung 108a (Schritt 305) werden die Vorlade/Nachschreib-Menge 216 und die Information 222 für die im Pufferspeicher stehende Datenmenge gemäß Fig. 5 aufgefrischt (Schritt 501). Als nächstes wird geprüft, ob die Information 216 für die Vorlade/Nachschreibdatenmenge Null ist (Schritt 502). Falls diese Information nicht Null ist (Schritt 502) wird, nachdem ein Pufferspeicher gewählt wurde, ein Befehl zur Übertragung der nächsten Daten ausgegeben (Schritt 503).

Falls die Information 216 Null ist, wird entschieden, daß der Vorlade/Nachschreibvorgang beendet ist und der Steuerschlangenendzeiger 202 und dergleichen aufgefrischt, um die am Ende der Steuerschlange stehende MT einzutragen (Schritt 504). Dann wird eine Stop- und Neupositionierungsanforderung für die MT über die Steuerleitung 115 ausgegeben (Schritt 505). Außerdem

wird geprüft, ob das Wartekennzeichen 223 der zu der jeweiligen MT zugehörigen Verwaltungstabelle 210 eingeschaltet ist oder nicht (Schritt 506). Falls das Wartekennzeichen im Ein-Zustand ist (Schritt 506), wird ein Übertragungsbefehl an die erste Übertragungsschaltung 103a abgegeben. Falls jedoch das Wartekennzeichen im Aus-Zustand ist (Schritt 506), wird die Prozedur beendet.

Fig. 3 zeigt, daß beim Ausbleiben einer Datenübertragungs-Endenachricht von der ersten Übertragungsschaltung 108a (Schritt 305) als nächstes bestätigt wird, falls eine Endenachricht vom MT empfangen wird (Schritt 307).

Auf den Empfang einer Endenachricht vom MT (Schritt 307) wird der Inhalt der Nachricht analysiert, wie Fig. 6 zeigt (Schritt 601).

Wenn der Inhalt eine Endenachricht darstellt (Schritt 601), wird die Zustandsinformation 213 in einen Zustand geändert, der eine mögliche Datenübertragung angibt (Schritt 602). Nachdem ein Pufferspeicher gewählt wurde, wird ein Datenübertragungsbefehl abgegeben (Schritt 603).

Falls der Inhalt eine Endenachricht eines Neupositionierungsvorgangs angibt (Schritt 601), wird die Zustandsinformation 213 in einen Zustand geändert, der einen möglichen Startvorgang angibt (Schritt 604).

Wie Fig. 3 darstellt, wird als nächstes, falls keine Endenachricht vom MT vorliegt (Schritt 307), bestätigt, ob von der Zeitsteuerung 111a eine Unterbrechung empfangen wurde (Schritt 309). Die Unterbrechung von der Zeitsteuerung 111a gibt an, daß nun ein Ablaufsteuerzeitpunkt vorliegt. Zu diesem Steuerzeitpunkt muß entschieden werden, ob der Vorlade/Nachschreibvorgang für die MT fortgesetzt oder angehalten wird.

Falls eine Unterbrechung von der Zeitsteuerung 111a vorliegt (Schritt 309), wird geprüft, ob das Umschaltkennzeichen 219, wie Fig. 7 zeigt, eingeschaltet ist (Schritt 701).

Falls das Umschaltkennzeichen eingeschaltet ist (Schritt 701) bedeutet dies, daß eine Umschaltbedingung am vorangehenden Steuerzeitpunkt erfüllt war. Deshalb ist gegenwärtig die Ansteuerung der anderen MT möglich. Folglich wird das Umschaltkennzeichen 219 in den Aus-Zustand versetzt (Schritt 702) und zum Schritt 803, der in Fig. 8 gezeigt ist, gesprungen (Schritt 710).

Falls das Umschaltkennzeichen 219 im Aus-Zustand ist (Schritt 701) wird als nächstes geprüft, ob eine Differenz zwischen der Menge 214 der übertragenen Daten und der Menge 215 zum Steuerzeitpunkt Null ist (Schritt 703).

Falls die Differenz Null ist (Schritt 703), bedeutet dies, daß die Datenübertragung für die MT zwischen dem Kanal und dem Puffer 106a während der Zeitdauer vom vorangehenden Steuerzeitpunkt bis zum gegenwärtigen Steuerzeitpunkt nicht durchgeführt wurde.

Der Vorlade/Nachschreibvorgang wird demgemäß nicht fortgesetzt. In diesem Fall wird die laufende Zeit zur Umschaltung der Ansteuerung zur anderen MT in die Zelle 218 gerettet, die die Information über die Zeit bei erfüllter Umschaltbedingung enthält, und die Menge 214 der übertragenen Daten sowie die Menge 215 der zum Steuerzeitpunkt übertragenen Daten werden gelöscht und die Menge 203 der gesamten übertragenen Daten in die Zelle 217 gerettet (Schritt 704). Danach geht der Prozeß mit einem Sprung nach Schritt 803 gemäß Fig. 8 weiter (Schritt 711).

Falls die Differenz zwischen der Datenmenge 214 und der Datenmenge 215 der übertragenen Daten zum

Steuerzeitpunkt nicht Null ist (Schritt 703), wird die Differenz zu der Vorlade/Nachschreibmenge 216 addiert (Schritt 705). Danach wird geprüft, ob eine Umschaltbedingung erfüllt ist (Schritt 706).

Falls die Umschaltbedingung erfüllt ist (Schritt 706), wird das Umschaltkennzeichen 219 in den Ein-Zustand gesetzt (Schritt 707), das Zeitglied 218, das die Zeit bei erfüllter Umschaltbedingung angibt und dergleichen fortgeschrieben (Schritt 708), und der nächste Ansteuerzeitpunkt berechnet und mit diesem Wert die Zeitsteuerung gesetzt (Schritt 709).

Der Ansteuerzeitpunkt wird auch berechnet und die Zeitsteuerung entsprechend gesetzt, wenn eine Umschaltbedingung nicht erfüllt ist (Schritt 706).

Falls das Vorlade/Nachschreibkennzeichen 204 im Aus-Zustand ist, wie Fig. 3 zeigt (Schritt 311), von der Zeitsteuerung 111 eine Unterbrechung empfangen wird (Schritt 309), und falls eine Ansteuerung der anderen MT gemäß Fig. 7 (Schritt 710) durchgeführt wird, dann wird gemäß Fig. 8 zuerst eine MT, die vom Steuerschlängenkopfe 201 angegeben ist, gesucht (Schritt 801) und danach geprüft, ob die Bedingungen erfüllt sind, daß die gesuchte MT im Zustand eines möglichen Startvorgangs ist und daß die Menge der übertragenen Daten nicht Null sind (Schritt 802).

Falls diese Bedingungen nicht erfüllt sind (Schritt 802), kann die gesuchte und anzusteuern MT nicht benutzt werden, so daß geprüft wird, ob der Steuerschlängen-Rückwärtszeiger 221 Null ist, um so eine andere MT festzustellen (Schritt 803).

Falls sich bei der Prüfung keine Null ergibt (Schritt 803), wird eine vom Zeigerwert angegebene MT gesucht (Schritt 804) und erneut geprüft, ob sie angesteuert werden darf (Schritt 802).

Falls der Steuerschlängen-Rückwärtszeiger 221 Null ist (Schritt 803), bedeutet dies, daß die gesuchte MT die letzte MT ist, und deshalb keine ansteuerbare MTs mehr vorhanden sind.

Folglich wird das Vorlade/Nachschreibkennzeichen 204 in seinen Aus-Zustand versetzt (Schritt 805), um den Prozeß zu beenden.

Falls die Bedingungen, daß der Zustand 213 der gesuchten MT einen Zustand eines möglichen Startvorgangs angibt und die übertragene Datenmenge 214 nicht Null ist, beide erfüllt sind (Schritt 802), wird die Vorlade/Nachschreibdatenmenge 216 gesetzt und das Kennzeichen 204 für das Vorladen/Nachschreiben in den Ein-Zustand versetzt (Schritt 806).

Nun wird geprüft, ob eine Umschaltbedingung erfüllt ist (Schritt 807).

Falls eine Umschaltbedingung erfüllt ist (Schritt 807), wird das Umschaltkennzeichen 219 in den Ein-Zustand gesetzt (Schritt 808), und die Zeitinformation 218 bei erfüllter Umschaltbedingung und dergleichen fortgeschrieben (Schritt 809).

Außerdem wird die MT aus der Steuerschlange herausgenommen, ein Startprozeßbefehl an die MT abgegeben, die Zustandsinformation 213 geändert, daß sie einen Startprozeß angibt (Schritt 810), der folgende Ansteuerzeitpunkt berechnet und damit die Zeitsteuerung 111 gesetzt (Schritt 811), um den Prozeß zu beenden.

Obwohl bei dem beschriebenen Ausführungsbeispiel Kassettens magnetbandgeräte als E/A-Einheiten verwendet wurden, können auch andere E/A-Einheiten in der E/A-Vorrichtung eingesetzt werden, die die Relation zwischen den in den Steuereinheiten vorgesehenen Pufferspeichern und den E/A-Einheiten fest zuordnet.

Obwohl nur ein Speicher beim vorliegenden Ausführungsbeispiel verwendet ist, kann auch eine Mehrspeicheranordnung zur Erhöhung der Systemzuverlässigkeit verwendet werden. In diesem Fall wird eine ähnliche Operation wie bei der vorliegenden Ausführung angewendet, mit der Ausnahme, daß, falls Information fortzuschreiben ist, die Speicher in ihrer Vielzahl gleichzeitig fortgeschrieben werden müssen.

Bei dem Ablaufsteuerverfahren können andere E/A-Einheiten in weitem Umfang eingesetzt werden, falls sie eine gleichförmige Verteilung der Startprozeßzeit vor einem Datenübertragungsvorgang und der Neupositionierungszeit nach der Datenübertragung haben. Ferner läßt sich das Ablaufsteuerverfahren, obwohl beim vorliegenden Ausführungsbeispiel ein Puffer in jeder Steuereinheit vorgesehen ist, auch effektiv auch in einer E/A-Vorrichtung einsetzen, die einen einzigen von allen Steuereinheiten gemeinsam benutzten Pufferspeicher hat.

Vorteilhaft ist bei der vorliegenden Erfindung, daß die Last jeder Steuereinheit automatisch ausgeglichen wird. Außerdem führt jede Steuereinheit in einer E/A-Vorrichtung mit mehreren E/A-Einheiten und Steuereinheiten, die einen gemeinsamen Pufferspeicher verwenden, wobei die E/A-Einheiten einen Startprozeß oder eine Vorverarbeitung für eine gewisse Zeitdauer vor einem Datenübertragungsvorgang brauchen und wobei die Vorverarbeitung Off-line von den Steuereinheiten ausgeführt wird, eine der Zugriffsbedingung jeder E/A-Einheit angepaßte Vorlade/Nachschreibansteuerung durch.

Deshalb können die Datenübertragungsleitungen zwischen den jeweiligen Steuereinheiten und E/A-Einheiten wirksam benutzt und ein maximaler Durchsatz der E/A-Vorrichtung sichergestellt werden.

FIG. 1 3801547

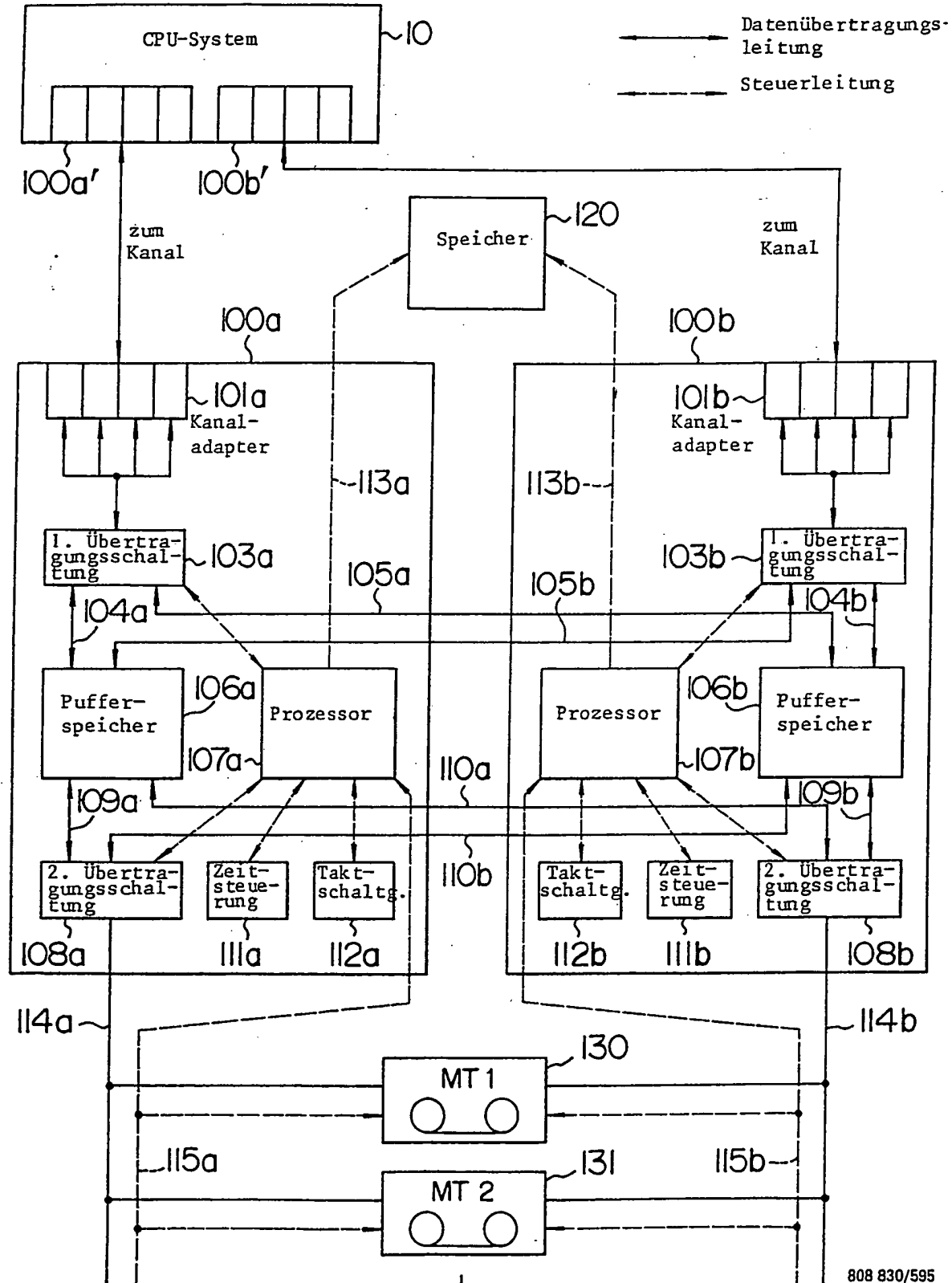


FIG. 2a

3801547

200

Steuerschlangenkopfzeiger	~201
Steuerschlangenendzeiger	~202
Datenmenge aller übertragenen Daten	~203
Vorlade/Nachschreibkennzeichen	~204

FIG. 2b

210

MT ID	~211
Steuereinheit ID	~212
Zustandsinformation	~213
Menge der übertragenen Daten	~214
Menge der beim Steuerzeitpunkt übertragenen Daten	~215
Vorlade/Nachschreibdatenmenge	~216
Menge aller übertragener Daten bei erfüllter Umschaltbedingung	~217
Zeit, bei der die Umschaltbedingung erfüllt ist	~218
Umschaltkennzeichen	~219
Steuerschlangen-Vorwärtszeiger	~220
Steuerschlangen-Rückwärtszeiger	~221
Datenmenge im Puffer	~222
Wartekennzeichen	~223

FIG. 3

3801547

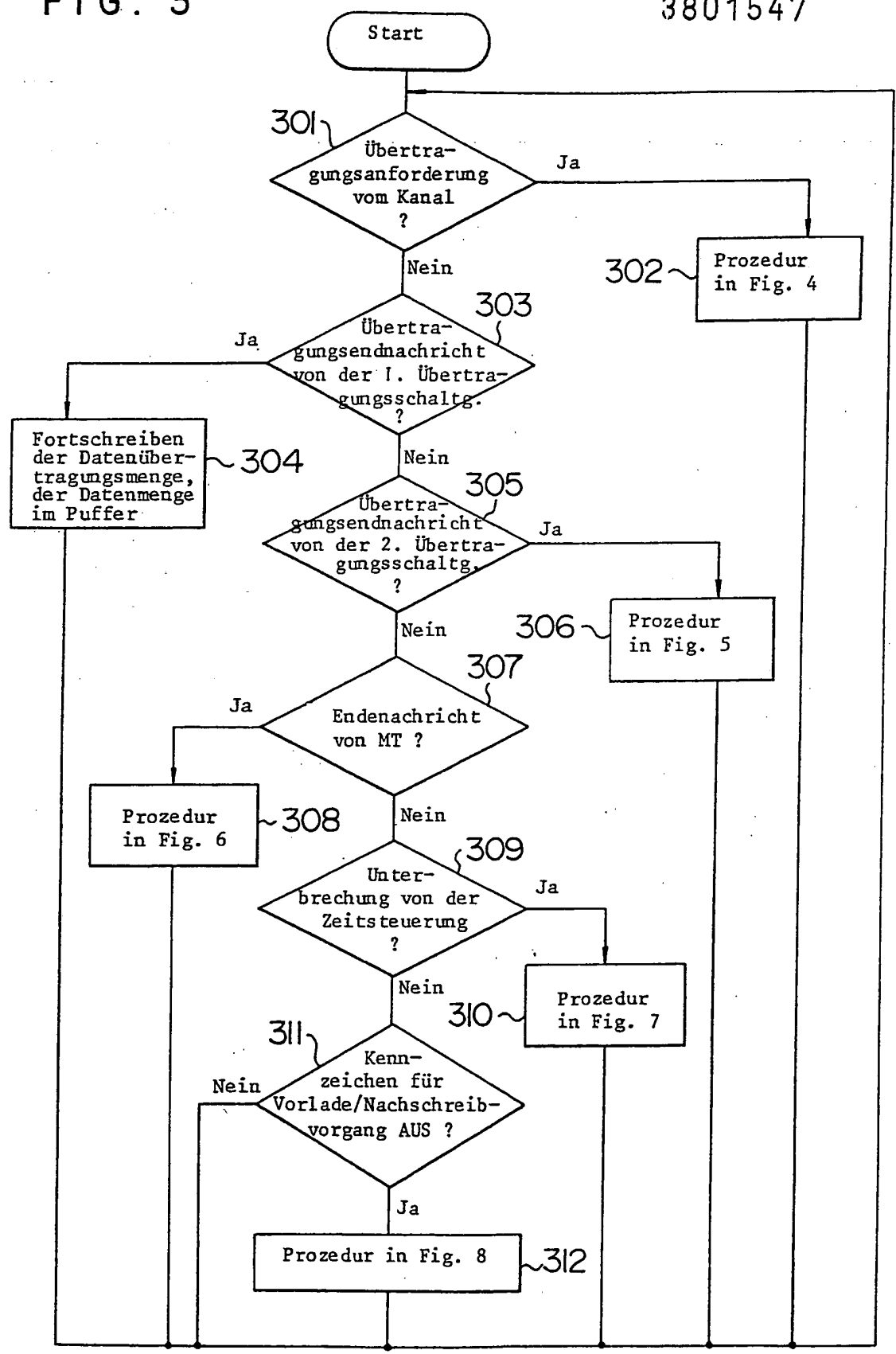


FIG. 4

3801547

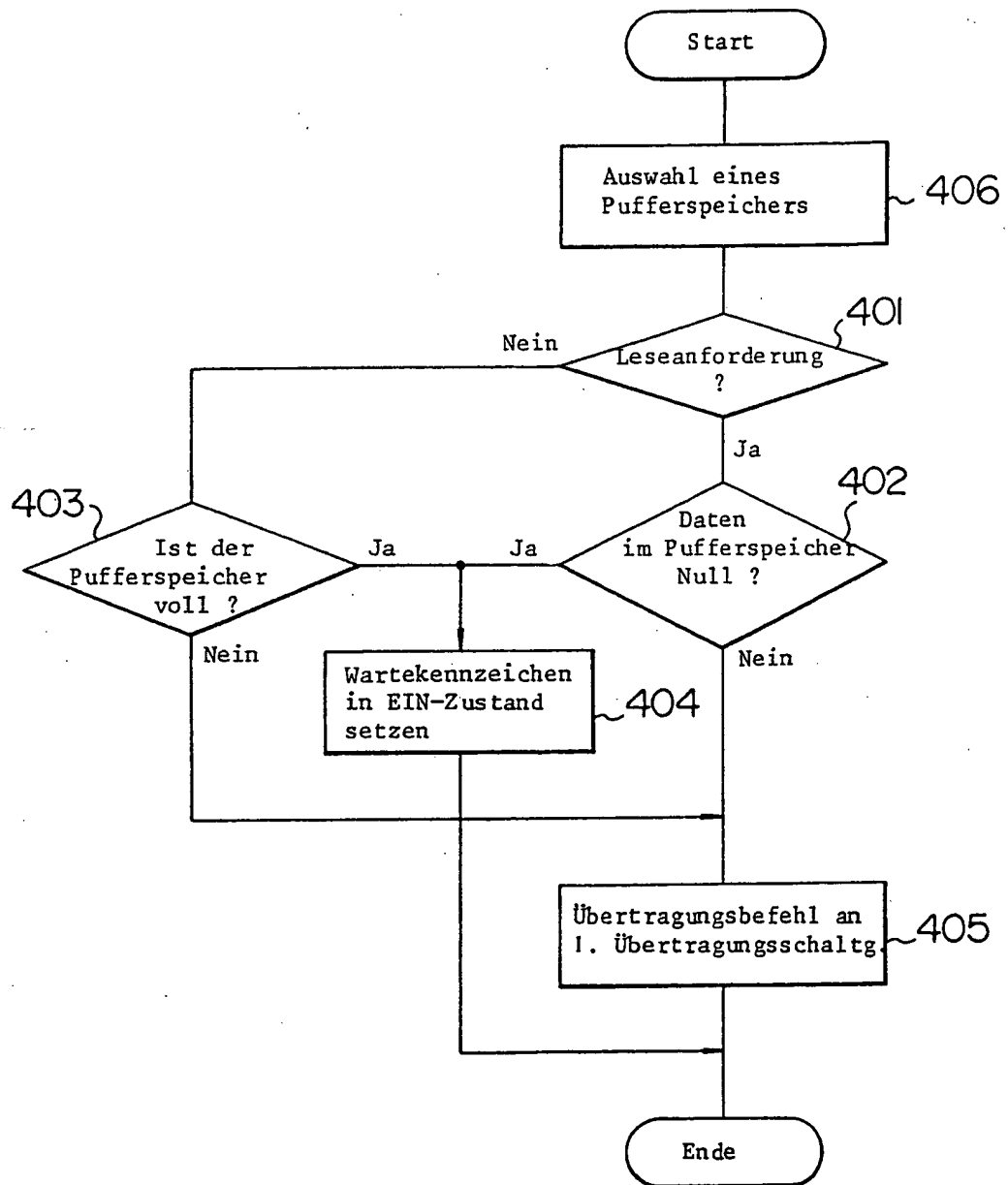
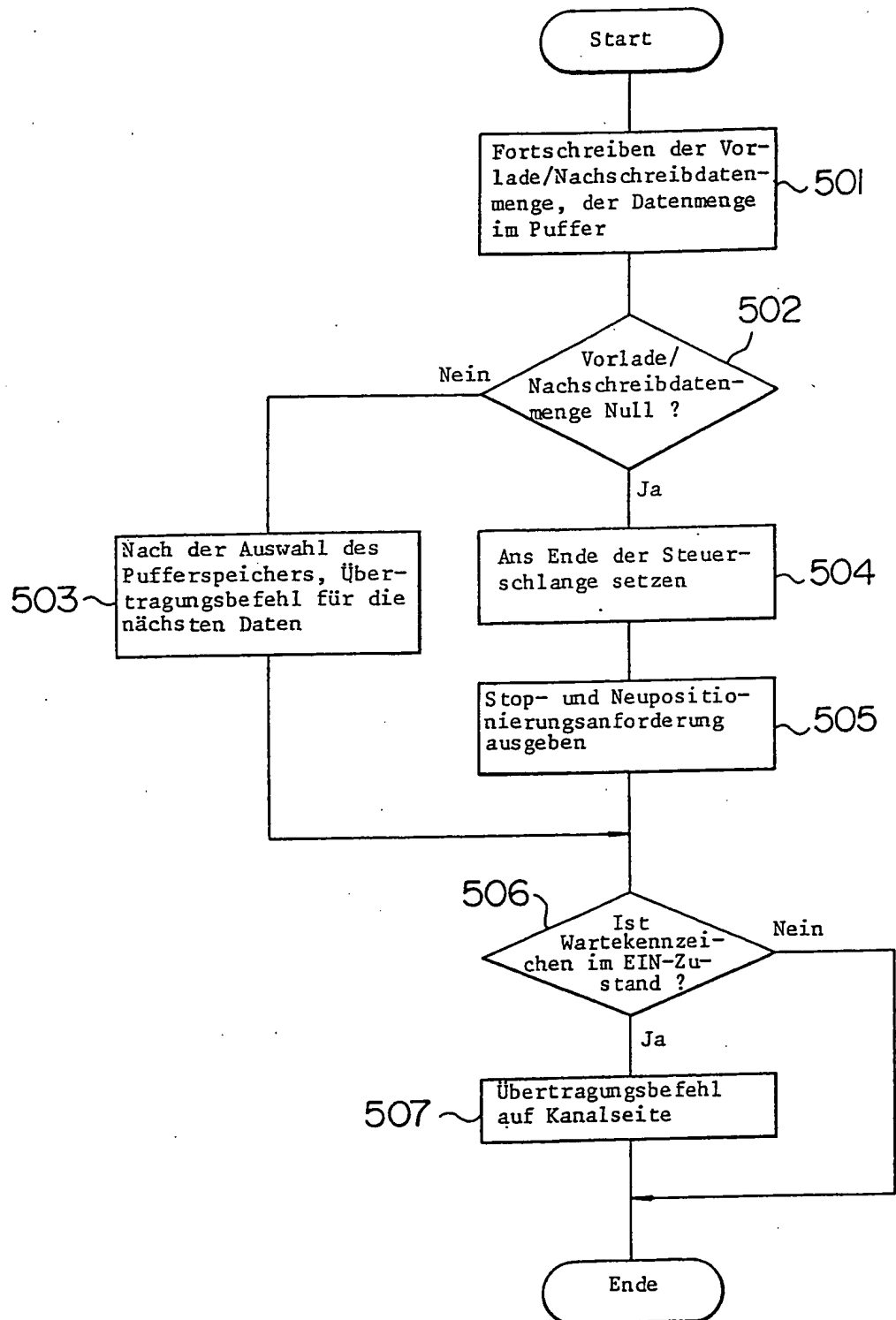


FIG. 5

3801547



3801547

FIG. 6

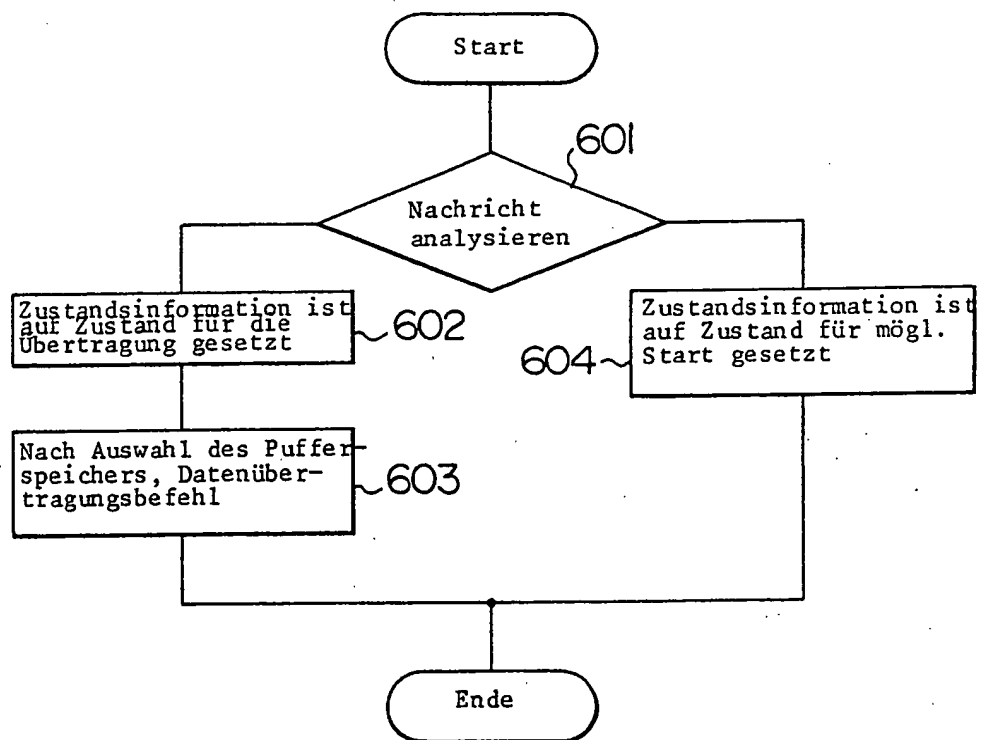


FIG. 7

3801547

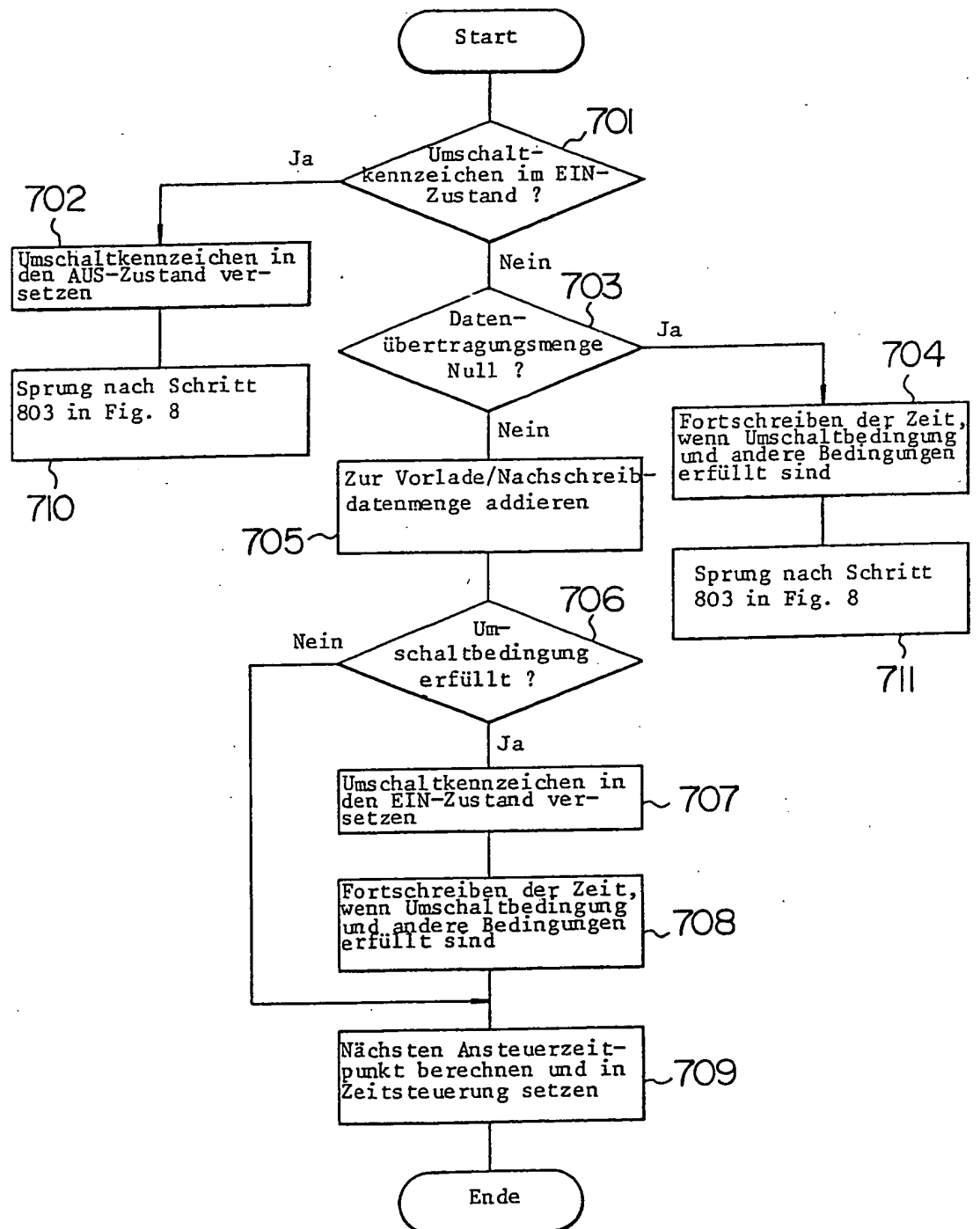


FIG. 8

3801547

